

## بررسی تغییرات ترکیب تقریبی و فاکتورهای فیزیکی ناگت ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) طی سرخ کردن مقدماتی در روغن‌های مختلف گیاهی و دماهای متفاوت

سید مهدی اجاق<sup>1</sup> - بهاره شبانپور<sup>2</sup> - انسه جمشیدی<sup>3</sup> - اعظم صیامیان<sup>3</sup>

تاریخ دریافت: 1395/08/19

تاریخ پذیرش: 1396/01/26

### چکیده

در این تحقیق اثر روغن‌های مختلف گیاهی (آفتابگردان، کنجد، زیتون و کانولا) و دماهای متفاوت سرخ کردن (150، 170 و 190 درجه سانتی گراد) در مرحله سرخ کردن مقدماتی، بر تغییرات ترکیب تقریبی و فاکتورهای فیزیکی (ویسکوزیته، بازده محصول و چروکیدگی)، رنگ‌سنجی و آنالیز حسی ناگت ماهی تولید شده از کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*) بررسی شد. ناگت‌های سرخ شده مقدماتی در روغن‌های آفتابگردان و کنجد به ترتیب با 66/89 و 64/67 درصد رطوبت بالاتر و با 10/0 و 10/94 درصد جذب روغن کمتری نسبت به نمونه‌های سرخ شده در روغن‌های زیتون و کانولا نشان دادند. ناگت‌های سرخ شده مقدماتی در روغن کانولا با مقدار 7/16 pH، بالاترین مقدار pH و ناگت‌های سرخ شده در روغن زیتون با مقدار 15/05 آب آزاد، کمترین طرفیت نگهداری آب را نسبت به سایر تیمارهای سرخ شده در روغن‌ها نشان دادند. مقدار بازده محصول در ناگت‌های سرخ شده در روغن‌های زیتون و کانولا و در دماهای 170 و 190 درجه سانتی گراد بالاتر بود. مقدار پروتئین و چروکیدگی محصول میان تیمارهای مختلف تفاوت معنی داری نشان نداد. با افزایش دمای سرخ کردن به ترتیب مقدار شاخص روشانی کاهش و مقدار شاخص قرمزی افزایش یافت. طبق ارزیابی حسی انجام گرفته مقدار شاخص‌های حسی رنگ، طعم، بو، احساس چربی در دهان، بافت، آبدار بودن و پذیرش کلی میان تیمارها در روغن‌ها و دماهای متفاوت سرخ کردن مقدماتی یکسان بوده و اختلاف معنی داری نشان ندادند. طبق نتایج حاصل، میان روغن‌های سرخ کردنی، روغن‌های آفتابگردان و کنجد، و میان دماهای مختلف سرخ کردن مقدماتی، دمای 170 درجه سانتی گراد از نظر کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده نتایج بهتری نسبت به دماهای 150 و 190 درجه سانتی گراد نشان داد.

**واژه‌های کلیدی:** دماهای مختلف سرخ کردن، روغن‌های گیاهی، سرخ کردن مقدماتی، فاکتورهای فیزیکی، ناگت ماهی

محصولات گوشتی لعاب‌دهی و سوخاری شده، محصولات تولید شده از گوشت ماهی نیز با توجه به ارزش تغذیه‌ای آن از جایگاه ویژه‌ای برخوردار است (حق‌شناس و همکاران، 2015). از این قبیل محصولات می‌توان به برگر ماهی<sup>4</sup>، فینگر ماهی<sup>5</sup>، ناگت ماهی<sup>6</sup> و سوسیس ماهی<sup>7</sup> اشاره نمود. ناگت ماهی محصولی است که از مخلوط کردن مینس یا سوریمی با ترکیبات افزودنی و طعم‌دار تهیه می‌شود. مخلوط تهیه شده پس از قالب‌گیری لعاب‌دهی<sup>8</sup> شده و پس از پوشاندن با آرد سوخاری، به صورت مقدماتی در روغن سرخ شده و بعد از انجماد، بسته‌بندی و

### مقدمه

فرآورده‌های ارزش افزوده در تعریف به مجموعه محصولاتی گفته می‌شوند که با کمک انواع مختلف فرآوری انسانی یا مکانیکی از ماده غذایی اولیه تهیه می‌شوند و از نظر ظاهر، بافت، طعم و بو با ماده اولیه خود متفاوت هستند (رضوی شیرازی، 1380). از جمله فرآورده‌های ارزش افزوده، محصولات لعاب‌دهی و سوخاری شده می‌باشند که بخش گستره‌های از بازار غذاهای آماده مصرف را تشکیل می‌دهند. در میان

- 4 Fish burger
- 5 Fish finger
- 6 Fish nugget
- 7 Batter
- 8 Breading

1 و 2 و 3- به ترتیب دانشیار، استاد و دانشجوی دکتری، گروه فرآوری محصولات شیلاتی، دانشکده شیلات و محیط‌زیست، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان، گرگان، ایران.

(Email: mahdi\_ojagh@yahoo.com) - نویسنده مسئول:  
DOI: 10.22067/ifstrj.v0i0.60213

دماهای مختلف سرخ کردن، بر بافت و مقدار روغن را در فرآورده سرخ شده بررسی کردند و بیان نمودند که مقدار روغن جذب شده و نیز بافت برش‌های فرآورده سرخ شده، به نوع روغن مورد استفاده و مدت زمان سرخ کردن بستگی دارد. نوع روغن مورد استفاده بر مقدار جذب روغن در محصول سرخ شده و ترکیب اسیدهای چرب آن مؤثر است (مرادی و همکاران، 2009a). امروزه، معمول‌ترین روغنی که برای محصولات سرخ شده عمیق استفاده می‌شود، روغن نارگیل یا ترکیبات آن و روغن‌های آفتابگردان، سویا و خردل با درجه اسید اولئیک بالا می‌باشد.

ماهی کپور نقره‌ای (*Hypopthalmichthys molitrix*) از نظر فرآوری در طبقه‌ی ماهیان سفید گوشت قوار می‌گیرد و در صورت تازه بودن دارای طعم مناسبی است. این ماهی بسیار ارزانتر از ماهیان دریایی و بسیاری از ماهیان پرورشی است و اس-تفاذه از آن بهمنظور ماده اولیه فرآورده‌های جنبی شیلاتی از نظر اقتصادی و در دسترس بودن مقرنون به صرفه است (اجاق و همکاران، 1392). بنابراین هدف از این تحقیق بررسی محیط سرخ کردن (روغن‌های مختلف گیاهی) و دماهای متفاوت بر تغییرات ترکیب تقریبی و فاکتورهای فیزیکی محصول نهایی در ناگت ماهی کپور نقره‌ای می‌باشد.

### مواد و روش‌ها

ماهی کپور نقره‌ای با وزن متوسط  $1150 \pm 2/64$  تا  $1200 \pm 5/56$  گرم و مجموع وزن 50 کیلوگرم از مزرعه پرورش ماهی سد وشمگیر استان گلستان خریداری شده و پس از یخ‌پوشی مناسب در یونولیت، به آزمایشگاه فرآوری گروه شیلات دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان منتقل شدند. ماهی‌ها پس از شستشو به ترتیب تحت مراحل جداکردن سر و دم، تخلیه امعاء و احشا قرار گرفتند. پس از فیله کردن ماهی‌ها و جداسازی گوشت‌های تیره، پوست و استخوان فیله‌های حاصل توسط دستگاه استخوان‌گیر (دی‌بونز) جداسازی شد. بهمنظور تولید ناگت ماهی، 87 درصد مینس ماهی با ترکیبات افزودنی و طعم‌دهنده شامل، 5 درصد آرد سوخاری، 5 درصد پیاز، 1 درصد سیر، 1/5 درصد نمک و 0/5 درصد ادویه مخلوط شد. مخلوط حاصل در قالب‌های گرد با قطر پنج سانتی‌متر و ارتفاع حدود یک سانتی‌متر قالب‌گیری شد و در لاعاب با فرمول 55 درصد آرد گندم، 30 درصد نشاسته، 10 درصد آرد گلوبن، 2 درصد بیکینگ پودر و 3 درصد نمک (دماهی آب مورد استفاده در تهیه لاعاب 10 درجه سانتی‌گراد به نسبت یک مواد خشک و یک و نیم آب) غوطه‌ور گردیده (چن و همکاران، 2008) و پس از چکیدن لاعاب اضافی بعد از مدت یک دقیقه، توسط آرد سوخاری صنعتی دانه متوسط پوشانده شدند. پس از کامل شدن روکش، ناگت‌های تولیدی با استفاده از

نگهداری می‌گردد. بنابراین مصرف‌کننده برای استفاده از این محصول بعد از انجمادزدایی، فقط مرحله پخت نهایی را اعمال می‌نماید که معمولاً شامل سرخ کردن در روغن می‌باشد.

سرخ کردن عمیق یک روش عمومی پخت است که در آن چربی به عنوان محیط انتقال گرما استفاده می‌شود و در طی آن غذاهایی با خصوصیات منحصر به فرد از نظر طعم، بافت و ظاهر تولید می‌شود (مالما، 2003). طی این فرایند، عملیات پیچیده‌ای شامل تغییرات شیمیایی و فیزیکی فراوان از قبیل ژلاتینه شدن نشاسته، تغییر ماهیت پروتئین، تبخیر رطوبت و تشکیل روکش رخ می‌دهد. این فرایند بر تحریب اکسیداسیونی و هیدرولیتیکی و پلیمریزه شدن روغن موثر است. طی فرایند سرخ کردن، همزمان با جایه‌جایی و انتقال دما، جایه‌جایی و انتقال مواد نیز اتفاق می‌افتد. معمولاً با افزایش مدت زمان سرخ کردن، میزان جذب روغن نیز افزایش می‌یابد اما رابطه خطی میان آن وجود ندارد (کیتا و همکاران، 2007). مقدار جذب روغن به عواملی مانند کیفیت روغن، مدت زمان سرخ کردن، دمای روغن و ماده غذایی، شکل ماده غذایی، مقدار تخلخل پذیری و نوع ترکیبات آن، و مخصوصاً مقدار رطوبت اولیه محصول بستگی دارد (فیزمن و سالوادور، 2003). مقدار روغن جذب شده طی فرایند سرخ کردن، به میزان زیاد به دمای سرخ کردن بستگی دارد که به‌طور مستقیم بر مدت زمان فرایند تاثیر می‌گذارد (کیتا و همکاران، 2007). تاثیر دمای روغن بر مقدار جذب روغن و کیفیت محصولات سرخ شده عمیق گزارش شده است (داس و همکاران، 2011). طبق فرایند معمول تولید، سرخ کردن مقدماتی در روغن تحت دمای 180 تا 200 درجه سانتی‌گراد به مدت تقریباً 20 تا 30 ثانیه انجام می‌شود و بعد از آن محصول منجمد می‌گردد (ونوگوپال، 2006). به‌طور کلی، محصولات سرخ شده در دمای 175 تا 190 درجه سانتی‌گراد دارای خواص تردی خوبی هستند. دمای بالاتر از 175 درجه سانتی‌گراد، ممکن است با تشکیل آکریلامید همراه باشد که یک ماده سرطان‌زا است. در نتیجه کاربرد دمای کمتر در فرایند سرخ کردن عمیق، به منظور حفظ کیفیت محصول نهایی مطلوب می‌باشد (کیتا و همکاران، 2007).

در یک مطالعه اثرات سرخ کردن مقدماتی در روغن زیتون و آفتابگردان و همچنین دو روش پخت خانگی (سرخ کردن عمیق در روغن زیتون و آفتابگردان و پخت در آون) بر ترکیب تقریبی مشکله در اشتودل ماهی تن و ناگت خوک بررسی شد (میراندا و همکاران، 2010). فرایند سرخ کردن باعث کاهش مقدار رطوبت و افزایش مقدار چربی در هر دو محصول شد، در حالیکه پخت در آون مقدار ترکیب تقریبی مشکله را تغییر نداد. نمونه‌های سرخ شده مقدماتی در روغن زیتون و متعاقب آن پخته شده در آون، بهترین نتایج را از نظر مقدار چربی نشان دادند. کیتا و همکاران (2007) اثر روغن‌های گیاهی و

### آزمایشات فیزیکی

#### ویسکوزیته

اندازه‌گیری ویسکوزیته لعاب با استفاده از دستگاه ویسکومتر (Brook Field LVDV) با اسپیندل شماره 6 و سرعت چرخش 100rpm در زمان 20 ثانیه و دمای 20 درجه سانتی‌گراد صورت گرفت (سلیمی و همکاران، 2015).

#### بازده محصول

ناگت هر تیمار قبل و بعد از سرخ کردن نهایی توزین شد. مقدار بازده محصول طبق فرمول زیر به صورت درصد محاسبه گردید (داس و همکاران، 2008).

$$S(\%) = \frac{W}{W'} \times 100 \quad (2)$$

S: بازده محصول، W: وزن ناگت سرخ شده نهایی، W': وزن ناگت سرخ شده مقدماتی

#### چروکیدگی

قطر و ضخامت ناگت هر تیمار قبل و بعد از سرخ کردن نهایی اندازه‌گیری شد و به کمک رابطه زیر مقدار چروکیدگی ناگتها محاسبه گردید (مودی و همکاران، 2007).

$$A(\%) = \frac{(M-m)+(N-n)}{(N+M)} \times 100 \quad (3)$$

A: چروکیدگی، M: ضخامت ناگت سرخ شده مقدماتی، m: ضخامت ناگت سرخ شده نهایی، N: قطر ناگت سرخ شده مقدماتی، n: ضخامت ناگت سرخ شده نهایی

#### رنگ‌سنجی

رنگ نمونه ناگتها سرخ شده مقدماتی و سرخ شده نهایی توسط دستگاه رنگ‌سنج (Lovibond CAM-system, England 500) مورد آنالیز قرار گرفتند. متغیر  $L^*$  برای بیان شاخص روشنایی گوشت از صفر (بعد سیاهی) تا 100 (بعد سفیدی)، شاخص  $a^*$  برای بیان بعد قرمزی - سبزی ( $+a^*$  نشان‌دهنده قرمزتر و  $-a^*$  نشان‌دهنده سبزتر) و شاخص  $b^*$  برای بیان بعد زرد - آبی ( $+b^*$  نشان‌دهنده زردتر و  $-b^*$  نشان‌دهنده آبی‌تر) می‌باشد (جمشیدی و همکاران، 1391).

#### آنالیز حسی

به منظور ارزیابی شاخص‌های رنگ، بافت، تردی، طعم، بو، ظاهر و پذیرش کلی ناگتها ماهی تولیدی از روش داس و همکاران (2011) استفاده شد. ناگتها به مدت دو و نیم دقیقه در سرخ کن تحت دمای 180 درجه سانتی‌گراد در روغن آفتابگردان سرخ شدند و

روغن‌های گیاهی آفتابگردان، زیتون، کلزا و کنجد (مخصوص سرخ کردن، لادن و اوپلا-ایران) به مدت 30 ثانیه در سرخ کن (Moulinex Toucan ADR2) تحت دماهای 150، 170 و 190 درجه سانتی‌گراد به صورت مقدماتی به روش سرخ کردن عمیق سرخ شده و پس از خنک شدن در دمای محیط، تکرارهای هر تیمار جداگانه درون بسته‌های زیپ کیپ بسته‌بندی شده و در فریزر 20-2 درجه سانتی‌گراد منجمد گردید (کیتا و همکاران، 2007). پس از اطمینان از انجام ناگتها تولیدی پس از گذشت یک روز، ناگتها از فریزر خارج شده و پس از انجام‌داشی در دمای محیط، آزمایشات مربوطه بر ناگتها ماهی انجام گردید. برای آزمایشات فیزیکی و آنالیز حسی، ناگتها در روغن آفتابگردان به مدت 3 دقیقه در دمای 180 درجه سانتی‌گراد بصورت عمیق سرخ شدند.

#### آزمایشات شیمیایی

#### آنالیز تقریبی

مقدار رطوبت با کمک آون در دمای 103 درجه سانتی‌گراد و مقدار چربی با استفاده از دستگاه سوکسله طبق روش نصیری (2010) اندازه‌گیری شد. مقدار پروتئین با استفاده از دستگاه کلدلال و مقدار خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی با دمای 550 درجه سانتی‌گراد به روش AOAC (1990) محاسبه شد.

#### اندازه‌گیری pH

پنج گرم نمونه در یک بشر همراه با 45 میلی‌لیتر آب مقطور به مدت یک دقیقه توسط دستگاه هموژنایزر، هموژن شد و به کمک دستگاه pH Lat Stirrer Metrohm (728 pH Lat Stirrer Metrohm) pH در دمای اتاق اندازه‌گیری شد (داس و همکاران، 2008).

#### ظرفیت نگهداری آب

طبق روش داس و همکاران (2008) پنج گرم نمونه سرخ شده ناگت ماهی همراه با روکش، وزن شده و در کاغذ صافی واتمن شماره یک پیچیده شد. نمونه درون لوله سانتریفیوژ 50 میلی‌متری گذاشته شده و به مدت پنج دقیقه با دور 1500rpm سانتریفیوژ می‌گردد. بالاچاله پس از سانتریفیوژ، گوشت از کاغذ صافی خارج شده و مجدداً توزین شد و مقدار آب آزاد از فرمول زیر محاسبه گردید. مقدار آب آزاد با ظرفیت نگهداری آب نسبت معکوس داشته و کمترین مقدار آب آزاد، با بالاترین مقدار ظرفیت نگهداری آب برابر است.

$$W(\%) = \left[ \frac{(B-b)}{B} \right] \times 100 \quad (1)$$

W: مقدار آب آزاد، B: وزن اولیه فینگر ماهی، b: وزن نهایی فینگر ماهی

سانتی‌گراد مقدار جذب روغن کمتری را نسبت به دماهای 170 و 190 درجه سانتی‌گراد نشان داد. طبق مطالعاتی که بر فرآورده‌های سرخ شده انجام شده بود، نوع روغن و دمای سرخ کردن بر مقدار جذب روغن تاثیرگذار بود بطوریکه با افزایش دمای سرخ کردن مقدار جذب روغن کاهش یافت. کیتا و همکاران (2007) بیان نمودند در فرآورده سرخ شده، با افزایش دمای سرخ کردن مقدار روغن جذب شده نیز کاهش می‌یابد، در حالیکه نتایج حاصل از این تحقیق نشان داد که در ناگت‌های ماهی با افزایش دمای سرخ کردن مقدماتی مقدار جذب روغن نیز افزایش یافت و عکس نتایج این مطالعه بود. صرف نظر از دمای سرخ کردن، در تحقیق حاضر نیز ناگت‌های سرخ شده در روغن‌های زیتون و کانولا مقدار روغن بالاتری را نسبت به روغن‌های آفتابگردان و کنجد نشان دادند که با نتایج کیتا و همکاران (2007) مطابقت می‌کند.

با افزایش دمای سرخ کردن میزان تبخیر رطوبت نیز بیشتر شده، و به طور همزمان باعث کاهش طول دوره سرخ کردن و مقدار روغن جذب شده می‌شود. گوییلامین (1988) بیان نمود دمای سرخ کردن میان 150 تا 180 درجه سانتی‌گراد با توجه به مدت زمان حرارت‌دهی، ممکن است تاثیر معنی‌داری بر مقدار جذب روغن در محصولات غذایی نداشته باشد. با سرخ کردن فیله‌های ماهی ساردين در روغن‌های زیتون، آفتابگردان و چربی خوک در دمای 180 درجه سانتی‌گراد و مدت 4 دقیقه، میزان جذب روغن بهتریب 46 در چربی خوک، 39 در روغن زیتون و 35 (گرم در 100 گرم وزن خشک) در روغن آفتابگردان محاسبه شد (فرانسیسکو و همکاران، 1992). در تحقیق حاضر نیز ناگت‌های سرخ شده در روغن زیتون نسبت به روغن آفتابگردان میزان جذب روغن بالاتری را نشان دادند. میزان نفوذ روغن در محصولات سرخ شده به میزان زیادی به لعاب‌دهی محصول بستگی دارد و در ماهی سوخاری شده، روغن در سطح روکش جذب شده و به درون ماده غذایی نفوذ نمی‌کند (مرادی و همکاران، 2009b). طی فرآیند سرخ کردن عمیق، مقدار رطوبت محصول فاکتور مهمی در تعیین میزان جذب روغن است. خروج رطوبت، باعث ایجاد منافذ موئینه در سطح محصول شده که از طریق آن‌ها نفوذ روغن صورت می‌گیرد. معمولاً مواد غذایی حاوی رطوبت بالا، میزان جذب روغن بالاتری دارند. مطالعات گذشته وجود رابطه خطی میان میزان روغن جذب شده و رطوبت از دست رفته طی فرآیند سرخ کردن عمیق را گزارش کردند (کروکیدا و همکاران، 2000؛ مالما، 2003؛ دانا و ساگوی، 2006؛ جمشیدی و شعبان‌پور، 2014). ماده غذایی با رطوبت بالا مقدار جذب روغن کمتری را نشان می‌دهد. حق‌شناس و همکاران (2015) و چن و همکاران (2008) که بهتریب با مطالعه بر روی ناگت میگویی فراسودمند و ناگت ماهی، گزارش کردند ارتباط ممکوسی میان افزایش رطوبت و کاهش چربی

توسط هفت نفر از دانشجویان دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی گرگان مورد ارزیابی قرار گرفتند. ارزیابان به شاخص‌های حسی بر اساس جداول، از یک تا هشت امتیاز دادند (بی‌نهایت بد: 1، بی‌نهایت عالی: 8)

#### تجزیه و تحلیل ظمایر داده‌ها

برای انجام این تحقیق از طرح آماری فاکتوریل (چهار سطح نوع روغن در سه سطح دمای سرخ کردن) برای 12 تیمار در 3 تکرار با کمک نرم‌افزار SPSS 18 استفاده شد. همچنین برای مقایسه میانگین داده‌ها از آزمون دانکن در سطح احتمال  $\alpha=0.05$  استفاده شد. برای آنالیز داده‌های حسی از آزمون‌های ناپارامتری کروسکال‌والیس (برای مقایسه چند گروه) و من‌ویتنی (برای مقایسه دو گروه با یکدیگر) استفاده گردید. نمودارهای مربوطه در نرم‌افزار Excel 2013 رسم شدند.

#### نتایج و بحث

ترکیب تقریبی متشکله ناگت‌های ماهی کپور نقره‌ای گوشت خام ماهی کپور نقره‌ای دارای  $16/61 \pm 0/07$  پروتئین،  $78/69 \pm 0/34$  رطوبت،  $2/95 \pm 0/47$  چربی و  $2/28 \pm 0/05$  خاکستر بود. نمونه‌های ناگت ماهی سرخ شده مقدماتی در روغن آفتابگردان درصد رطوبت بالاتری را نسبت به روغن‌های زیتون، کانولا و کنجد به نمایش گذاشتند و بالاترین مقدار رطوبت در تیمار آفتابگردان 170 و کمترین مقدار آن در تیمار کنجد 190 مشاهده شد. ناگت‌های سرخ شده در روغن آفتابگردان با دمای 170 درجه سانتی‌گراد رطوبت بالاتری را نسبت به ناگت‌های سرخ شده در دماهای 150 و 190 درجه نشان دادند. در ناگت‌های سرخ شده در روغن‌های زیتون و کانولا تفاوت معنی‌داری میان دماهای مختلف سرخ کردن بر مقدار رطوبت ناگت‌ها مشاهده نشد، در حالیکه در ناگت‌های سرخ شده در روغن کنجد دمای 190 درجه سانتی‌گراد، مقدار رطوبت کمتری را نسبت به دماهای 150 و 170 درجه سانتی‌گراد نشان داد.

تیمار ناگت سرخ شده در زیتون 150 درجه سانتی‌گراد بالاترین و ناگت سرخ شده در روغن آفتابگردان 150 کمترین میزان جذب روغن را نشان دادند ( $P < 0.05$ ) (جدول 1). مقدار روغن جذب شده بر اساس نوع روغن در ناگت‌ها متفاوت بود (جدول 1) و به طور کلی ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان و کنجد نسبت به روغن‌های زیتون و کانولا مقدار جذب روغن کمتری را نشان دادند. دماهای مختلف سرخ کردن مقدماتی به استثناء روغن کانولا، در سایر روغن‌ها بر مقدار جذب روغن تاثیری نداشتند ( $P > 0.05$ ) (جدول 1). ناگت‌های سرخ شده در روغن کانولا دمای سرخ کردن 150 درجه

خاکستر نمونه‌ها تاثیر معنی‌داری نشان نداد ( $P>0/05$ ). به نظر می‌رسد، ناگت‌های سرخ شده در روغن آفتابگردان به دلیل دارا بودن رطوبت بالاتر نسبت به ناگت‌های سرخ شده در روغن زیتون میزان خاکستر بالاتری را نشان دادند. سرخ کردن ناگت‌های ماهی در روغن‌های مختلف و دماهای متفاوت، بر مقدار پروتئین نمونه‌ها متفاوت معنی‌داری نشان نداد ( $P>0/05$ ). در اثر فرایند سرخ کردن، با کاهش مقدار رطوبت ناگت‌ها، ظرفیت نگهداری آب کاهش یافته و با خروج پروتئین‌های محلول، مقدار پروتئین نیز نسبت به فیله ماهی کاهش می‌یابد (داس و همکاران، 2011). در این تحقیق تغییرات معنی‌داری بر میزان پروتئین ناگت‌های ماهی مشاهده نشد، که احتمالاً به دلیل پوسته محکم تشکیل شده طی فرایند سرخ کردن مقدماتی ناگت‌ها است که مانع خروج بیش از اندازه رطوبت محصول و تغییرات پروتئین می‌گردد.

میان تیمارها طی فرایند سرخ کردن عمیق وجود دارد. گیپس و همکاران (2015) تاثیر درصدهای مختلف دو نوع صمغ کربوکسی متیل سلوزل و میکروکربیستالین سلوزل (MCC) را بر روی کلوجه ماهی سرخ شده بررسی کردند. نتایج این بررسی نشان داد با افزایش غلظت کربوکسی متیل سلوزل میزان رطوبت افزایش و میزان چربی کاهش یافت.

خاکستر مواد غذایی مجموعه‌ای از مواد معدنی موجود در غذا نظیر سدیم، فسفر و آهن بوده که در گوشت به عنوان ماده خام و یا در سایر مواد مشتمله نظیر نمک و ادویه موجود می‌باشد (فرانداند و همکاران، 2006). بالاترین مقدار خاکستر در ناگت‌های سرخ شده در روغن آفتابگردان و کمترین مقدار آن در ناگت‌های سرخ شده در روغن زیتون محاسبه شد (جدول 1)، در حالیکه ناگت‌های سرخ شده در روغن کانولا و کنجد نسبت به روغن آفتابگردان و زیتون به ترتیب مقدار خاکستر کمتر و بیشتری را نشان دادند. دماهای متفاوت بر مقدار

جدول 1- ترکیب تقریبی متشکله ناگت‌های ماهی کپور نقره‌ای سرخ شده در روغن‌ها و دماهای مختلف

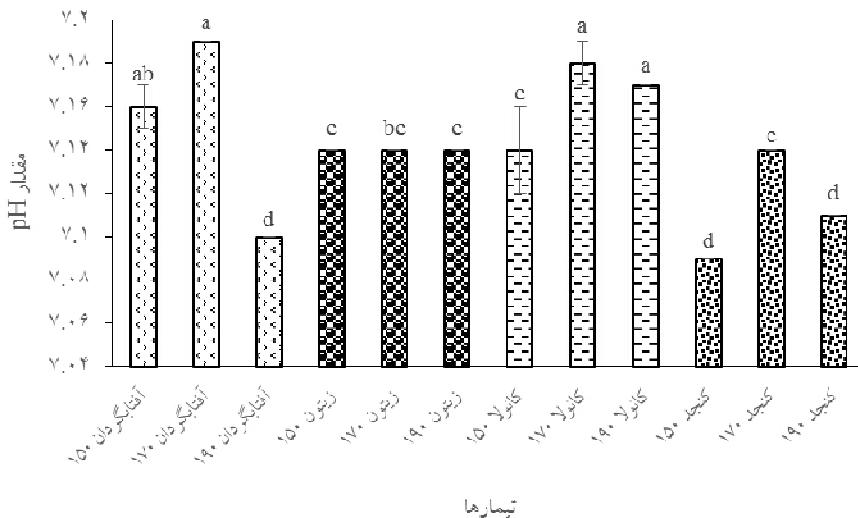
تیمار	رطوبت (درصد)	چربی (درصد)	پروتئین	خاکستر (درصد)	تیمار
آفتابگردان	55/78±0/53 <sup>b</sup>	10/00±0/58 <sup>c</sup>	17/39±0/10 <sup>ab</sup>	5/58±0/43 <sup>abc</sup>	آفتابگردان
آفتابگردان	66/89±0/48 <sup>a</sup>	10/33±0/33 <sup>c</sup>	15/01±1/62 <sup>b</sup>	5/96±0/32 <sup>ab</sup>	آفتابگردان
آفتابگردان	65/29±0/26 <sup>bc</sup>	12/47±1/46 <sup>bc</sup>	15/45±0/26 <sup>bc</sup>	6/28±0/41 <sup>a</sup>	آفتابگردان
زیتون	63/60±0/30 <sup>ef</sup>	16/67±0/72 <sup>a</sup>	16/76±0/17 <sup>abc</sup>	4/81±0/31 <sup>e</sup>	زیتون
زیتون	64/19±0/16 <sup>de</sup>	16/44±0/96 <sup>a</sup>	17/95±0/22 <sup>a</sup>	4/81±0/16 <sup>cde</sup>	زیتون
زیتون	64/74±0/36 <sup>cd</sup>	16/39±0/24 <sup>a</sup>	16/94±0/13 <sup>abc</sup>	4/58±0/03 <sup>de</sup>	زیتون
کانولا	63/76±0/06 <sup>ef</sup>	13/50±0/25 <sup>b</sup>	15/41±0/09 <sup>bc</sup>	5/41±0/13 <sup>abcd</sup>	کانولا
کانولا	64/13±0/06 <sup>de</sup>	15/83±0/33 <sup>a</sup>	16/26±0/24 <sup>abc</sup>	5/27±0/12 <sup>bcd</sup>	کانولا
کانولا	63/72±0/25 <sup>ef</sup>	16/58±0/21 <sup>a</sup>	17/00±0/11 <sup>abc</sup>	4/85±0/37 <sup>cde</sup>	کانولا
کنجد	64/39±0/08 <sup>de</sup>	11/22±1/17 <sup>bc</sup>	16/55±0/44 <sup>abc</sup>	5/02±0/03 <sup>cde</sup>	کنجد
کنجد	64/67±0/03 <sup>cd</sup>	12/17±1/35 <sup>bc</sup>	15/66±0/48 <sup>bc</sup>	5/37±0/20 <sup>bed</sup>	کنجد
کنجد	63/00±0/08 <sup>f</sup>	10/94±0/34 <sup>bc</sup>	15/90±0/90 <sup>bc</sup>	5/00±0/19 <sup>cde</sup>	کنجد

1. تیمارها شامل ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان، زیتون، کانولا و کنجد در دماهای 150، 170 و 190 درجه سانتی‌گراد در زمان 30 ثانیه می‌باشند.  
2. داده‌ها به صورت میانگین 3 تکرار با انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در هر ستون نشان دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها می‌باشد.

محاسبه شد که نسبت به ناگت‌های سرخ شده در دماهای 150 و 190 با pH 7/13، بالاتر بود ( $P<0/05$ ). تغییرات pH بر خواص بافت پیوندی و ماهیت پروتئین‌های میوفیبریل موثر بوده و در نتیجه تغییر میزان pH موجب تغییر آب‌گریزی و تغییر خواص کاربردی پروتئین‌ها می‌گردد. دمیرسی و همکاران (2011) کاهش مقدار pH در نمونه‌های کوفته‌ی ماهی پس از فرایند سرخ کردن را گزارش کردند که مشابه نتایج مربوط به ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان و کنجد بودند، در حالیکه کاندوگان و کولساریسی (2003) عدم تغییر معنی‌دار pH در تیمارهای سوسیس را گزارش کردند که این قسمت نیز مطابق با نتایج حاصل از ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن

pH مقدار pH وجود اختلاف معنی‌داری از نظر نوع روغن‌ها، دماهای سرخ کردن و اثر متقابل روغن و دمای سرخ کردن بر تیمارهای مختلف ناگت‌های ماهی نشان داد ( $P<0/05$ ) (شکل 1). روغن کانولا با مقدار 7/16 pH، بالاترین مقدار pH را نشان داد. ناگت‌های سرخ شده در روغن کنجد با 7/11 pH، کمترین مقدار pH را نسبت به سایر تیمارها نشان دادند، در حالیکه روغن‌های آفتابگردان با 7/14 pH و روغن زیتون با 7/15 pH، مقدار pH کمتر از روغن کنجد و بالاتری نسبت به روغن کانولا را به نمایش گذاشتند. مقدار 7/16 pH ناگت‌های ماهی سرخ شده در دمای 170 درجه سانتی‌گراد،

زیتون بود.



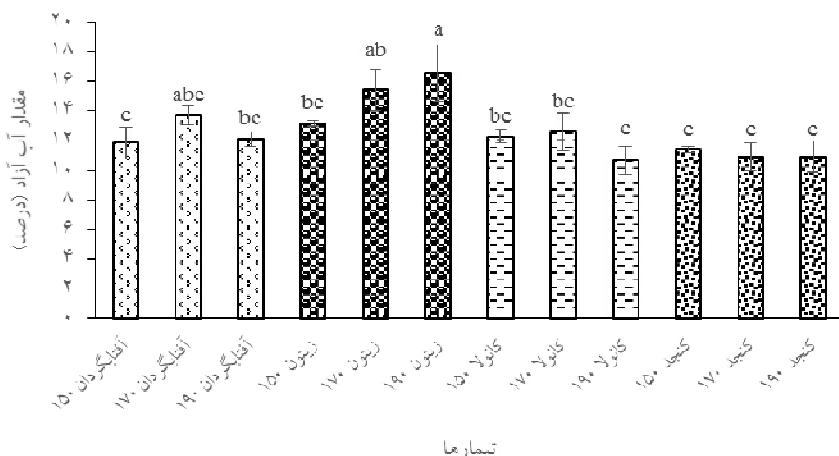
شکل ۱- مقدار pH در ناگت‌های ماهی کپور نقره‌ای سرخ شده در روغن‌ها و دماهای مختلف

1. تیمارها شامل ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان، زیتون، کانولا و کنجد در دماهای 150، 170، 190 درجه سانتی‌گراد در زمان 30 ثانیه می‌باشند.
2. داده‌ها به صورت میانگین 3 تکرار با انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها می‌باشد.

سرخ شدن چربی کمتری جذب می‌کند. مقدار آب آزاد با ظرفیت نگهداری آب رابطه معکوسی دارد. ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن زیتون با مقدار 15/05 آب آزاد، کمترین ظرفیت نگهداری آب را نسبت به سایر تیمارها نشان داد ( $P<0.05$ ) (شکل 2).

#### ظرفیت نگهداری آب

میزان رطوبت فرآورده‌های گوشتشی لاعاب‌دهی و سوخاری شده پس از سرخ کردن، متأثر از ظرفیت نگهداری آب پروتئین می‌باشد. به علاوه میزان رطوبت و چربی در مواد غذایی نسبت معکوس دارند، در نتیجه در صورت ظرفیت نگهداری بالای آب، ماده غذایی طی



شکل 2- مقدار ظرفیت نگهداری آب (عكس مقدار آب آزاد) در ناگت‌های ماهی کپور نقره‌ای سرخ شده در روغن‌ها و دماهای مختلف

1. تیمارها شامل ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان، زیتون، کانولا و کنجد در دماهای 150، 170، 190 درجه سانتی‌گراد در زمان 30 ثانیه می‌باشند.
2. داده‌ها به صورت میانگین 3 تکرار با انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در هر ستون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها می‌باشد.

بالاتری را دارا بودند. در مطالعه‌ای که دمیرسی و همکاران (2011) و روث و همکاران (1997) بر محصولات سرخ شده انجام دادند، گزارش نمودند که مواد غذایی دارای چربی بالا، مقدار افت وزنی بالاتر و درصد بازده محصول پایین‌تری نشان می‌دهند. نتایج حاصل از این تحقیق نیز این مورد را تایید می‌کنند، به طوریکه ناگتهاهی سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان و کنجد کمترین مقدار چربی و بالاترین مقدار بازده را در مقایسه با تیمارهای دیگر نشان دادند. وارلا و فیزمن (2011) بیان داشتند مقدار چسبندگی روکش با مقدار بازده محصول ارتباط مستقیمی دارد و با افزایش مقدار چسبندگی روکش، مقدار بازده محصول نیز افزایش می‌یابد. در تحقیق حاضر چسبندگی روکش در کلیه تیمارها یکسان بود، در حالیکه مقدار بازده محصول میان تیمارهای مختلف اختلاف معنی‌داری نشان داد و مخالف نتیجه‌ی بیان شده بود.

محاسبه مقادیر چروکیدگی در ناگتهاهی ماهی سرخ شده در روغن‌های مختلف و دماهای متفاوت سرخ کردن، میان تیمارها از نظر اثر نوع روغن، دمای سرخ کردن و اثر متنقابل روغن و دمای سرخ کردن، تفاوت معنی‌داری نشان نداد ( $P > 0/05$ ) (جدول 2). در مراحل اولیه سرخ کردن، با کاهش مقدار رطوبت محصول، چروکیدگی به سرعت اتفاق می‌افتد و در نهایت پس از شکل‌گیری پوسته محکمی که مانع هدر رفت و تبخیر بیشتر رطوبت می‌گردد، چروکیدگی متوقف می‌گردد (وارلا و فیزمن، 2011). دمای بالای سرخ کردن منجر به ایجاد چروکیدگی بیشتری در محصول می‌شود و میزان چروکیدگی به مقدار زیادی به میزان رطوبت محصول بستگی دارد (ضیایی‌فر و همکاران، 2008). در این تحقیق پس از سرخ کردن مقدماتی به‌واسطه لعاب‌دهی و پوشاندن با آرد سوخاری ناگتها، پوسته محکمی بر سطح ناگتهاهی ماهی شکل گرفت که مانع هدر رفت بیشتر رطوبت شد و به موجب آن میان تیمارهای مختلف، تغییرات چندانی در مقدار چروکیدگی مشاهده نشد.

### رنگ‌سنجه

یکی از مهم‌ترین پارامترهایی که بر میزان بازارپسندی محصولات روکش‌دار موثر است، رنگ نهایی این محصولات می‌باشد. فرایند سرخ کردن باعث کاهش مقدار روشنایی و زردی و افزایش مقدار قرمزی ناگتهاهی ماهی شد. افزایش قرمزی به دلیل قهقهه‌ای شدن غیرآنزیمی و فرایند کاراملاسیون در روکش طی عمل سرخ کردن عمیق بود. طی فرایند سرخ کردن محصولات لعاب‌دهی و سوخاری شده واکنش‌های شیمیایی مختلفی از قبیل غیرطبیعی شدن پروتئین‌ها، ژلاتینه شدن نشاسته و واکنش قهقهه‌ای شدن لعاب و پوشش آرد سوخاری رخ می‌دهد که کلیه این واکنش‌ها، باعث ایجاد تغییرات پیچیده در رنگ می‌گرددند (داس و همکاران، 2011). در این

دماهای مختلف سرخ کردن و دماهای سرخ کردن نیز بر مقدار ظرفیت آب تیمارهای مختلف تفاوت معنی‌داری نشان ندادند ( $P > 0/05$ ). برهم‌کنش‌های پروتئین و پروتئین - آب بر میزان ظرفیت نگهداری آب گوشت و محصولات گوشتی موثر است (داس و همکاران، 2008). احتمالاً جایجایی رطوبت و چربی در روغن زیتون باشد بیشتری نسبت به سایر روغن‌ها انجام گرفته و در نتیجه‌ی آن، نمونه‌های سرخ شده در این روغن رطوبت زیادی در طی سرخ کردن عمیق از دست دادند، و به مراتب آن نسبت به سایر تیمارها میزان روغن بالاتری را جذب نموده و کمترین میزان ظرفیت نگهداری آب را نشان دادند.

### آزمایشات فیزیکی

برای مرحله‌ی لعاب‌دهی از یک نوع فرمول لعاب استفاده شد و مقدار ویسکوزیته آن، 48/33 سانتی‌بوآز محاسبه شد. ویسکوزیته لعاب تعیین کننده کیفیت نهایی روکش می‌باشد و شکل نهایی و بافت روکش پس از عمل سرخ کردن را تحت تاثیر قرار داده و به عنوان یکی از مهم‌ترین فاکتورهای تعیین کننده رفقار لعاب در حین فرایند سرخ کردن شناخته می‌شود (وارلا و فیزمن، 2011). به طور کلی با بالا رفتن ویسکوزیته لعاب، مقدار اتصال لعاب به سطح ماده غذایی نیز بیشتر می‌شود (دوگان و همکاران، 2005؛ دهقان‌نصیری و همکاران، 2010). مقدار ویسکوزیته لعاب در تیمارهای آزمایشی 48/33 سانتی‌بوآز محاسبه شد. در تحقیق حاضر از یک نوع فرمولاسیون لعاب برای لعاب‌دهی ناگتهاهی ماهی استفاده شد و در نتیجه‌ی آن میزان چسبندگی لعاب و پوشش آرد سوخاری به سطح ماده غذایی در کلیه تیمارها بکسان بود.

نتایج مقدار بازده محصول ناگتهاهی ماهی، ثابت کرد که سرخ کردن ناگتها در روغن‌های آفتابگردان و کنجد نسبت به زیتون و کانولا مقدار بازده محصول بالاتری نشان داد و ناگتهاهی سرخ شده در روغن کنجد، بالاترین مقدار بازده محصول را به نمایش گذاشتند ( $P < 0/05$ ) (جدول 2). ماهای 170 و 190 درجه سانتی‌گراد نیز نسبت به دمای 150 درجه سانتی‌گراد مقدار بازده محصول بالاتری را نشان دادند ( $P < 0/05$ ). مقدار رطوبت محصول و ظرفیت نگهداری آب بر میزان بازده محصول تاثیر گذارند (داس و همکاران، 2008)، بطوریکه بالا بودن ظرفیت نگهداری آب منجر به حفظ رطوبت محصول و مانع از بروز تغییرات عمده در میزان بازده محصول می‌گردد. در این تحقیق بالاترین مقدار رطوبت در ناگتهاهی سرخ شده در روغن آفتابگردان مشاهده شد و روغن زیتون نیز کمترین مقدار ظرفیت نگهداری آب را نشان داد. در نتیجه روغن‌های ناگتهاهی ماهی سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان و کنجد با دارا بودن رطوبت و ظرفیت نگهداری بالای آب، میزان بازده محصول

روشنایی، دمای 170 درجه سانتی‌گراد روشنایی کمتر، و دمای 190 درجه سانتی‌گراد کمترین مقدار روشنایی را به نمایش گذاشتند ( $P<0/05$ ) (جدول 3).

تحقیق ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن کانولا در مقایسه با ناگت‌های سرخ شده در سایر روغن‌ها، روشنایی بالاتری را به نمایش گذاشت ( $P>0/05$ ). با افزایش دمای سرخ کردن به ترتیب مقدار روشنایی نیز کاهش یافت. دمای 150 درجه سانتی‌گراد بالاترین مقدار روشنایی نیز کاهش یافت.

جدول 2- مقدار بازده محصول و چروکیدگی در ناگت‌های ماهی کپور نقره‌ای سرخ شده در روغن‌ها و دماهای مختلف

تیمار	مقدار بازده محصول (درصد)	مقدار چروکیدگی (درصد)
آفتابگردان 9/05±0/12 <sup>a</sup>	81/48±0/68 <sup>efg</sup>	150
آفتابگردان 11/66±1/62 <sup>a</sup>	82/62±0/84 <sup>cdef</sup>	170
آفتابگردان 8/06±0/93 <sup>a</sup>	82/98±0/24 <sup>bcde</sup>	190
زیتون 6/62±1/95 <sup>a</sup>	80/53±0/23 <sup>g</sup>	150
زیتون 9/23±4/43 <sup>a</sup>	81/40±0/32 <sup>efg</sup>	170
زیتون 11/54±2/20 <sup>a</sup>	81/06±0/61 <sup>g</sup>	190
کانولا 10/00±4/24 <sup>a</sup>	76/02±0/43 <sup>h</sup>	150
کانولا 9/94±1/00 <sup>a</sup>	81/63±0/79 <sup>defg</sup>	170
کانولا 6/19±1/67 <sup>a</sup>	84/30±0/41 <sup>b</sup>	190
کنجد 7/65±0/10 <sup>a</sup>	83/25±0/45 <sup>bcd</sup>	150
کنجد 4/79±0/02 <sup>a</sup>	86/06±0/06 <sup>a</sup>	170
کنجد 5/27±1/23 <sup>a</sup>	83/40±0/55 <sup>bc</sup>	190

1. تیمارها شامل ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان، زیتون، کانولا و کنجد در دماهای 150، 170 و 190 درجه سانتی‌گراد در زمان 30 ثانیه می‌باشند.

2. داده‌ها به صورت میانگین 3 تکرار با انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در هر سوتون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها می‌باشد.

جدول 3- جدول آنالیز شاخص‌های رنگ‌سنجی در ناگت‌های ماهی کپور نقره‌ای سرخ شده در روغن‌ها و دماهای مختلف

تیمار	b*	a*	L*
آفتابگردان 20/81±0/66 <sup>c</sup>	9/04±0/17 <sup>c</sup>	61/01±0/55 <sup>a</sup>	150
آفتابگردان 22/71±0/34 <sup>d</sup>	9/80±0/27 <sup>bc</sup>	60/06±0/30 <sup>a</sup>	170
آفتابگردان 24/55±0/25 <sup>abc</sup>	10/69±0/31 <sup>ab</sup>	49/98±0/43 <sup>c</sup>	190
زیتون 25/34±0/75 <sup>ab</sup>	10/00±0/27 <sup>bc</sup>	57/74±0/64 <sup>bc</sup>	150
زیتون 24/63±0/54 <sup>abc</sup>	10/15±0/14 <sup>bc</sup>	56/49±0/81 <sup>cd</sup>	170
زیتون 23/74±0/36 <sup>cd</sup>	10/78±0/29 <sup>ab</sup>	57/68±0/99 <sup>bc</sup>	190
کانولا 25/32±0/44 <sup>ab</sup>	10/00±0/92 <sup>bc</sup>	59/82±0/67 <sup>a</sup>	150
کانولا 25/40±0/50 <sup>ab</sup>	10/42±0/22 <sup>ab</sup>	57/79±0/61 <sup>bc</sup>	170
کانولا 24/80±0/53 <sup>abc</sup>	9/98±0/26 <sup>bc</sup>	57/57±0/56 <sup>c</sup>	190
کنجد 23/73±0/31 <sup>cd</sup>	10/07±0/19 <sup>bc</sup>	59/48±0/38 <sup>ab</sup>	150
کنجد 24/17±0/33 <sup>bcd</sup>	10/42±0/32 <sup>ab</sup>	57/90±0/42 <sup>bc</sup>	170
کنجد 25/79±0/59 <sup>a</sup>	11/57±0/39 <sup>a</sup>	55/08±0/22 <sup>d</sup>	190

1. تیمارها شامل ناگت‌های ماهی سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان، زیتون، کانولا و کنجد در دماهای 150، 170 و 190 درجه سانتی‌گراد در زمان 30 ثانیه می‌باشند.

2. داده‌ها به صورت میانگین 3 تکرار با انحراف معیار بیان شده‌اند. حروف متفاوت در هر سوتون نشان‌دهنده تفاوت معنی‌دار شاخص‌های مورد سنجش در تیمارها می‌باشد.

آفتابگردان میزان شاخص قرمزی بالاتری را در دمای 190 درجه سانتی‌گراد نسبت به دماهای 150 و 170 نشان داد، در حالیکه سرخ کردن ناگت‌ها در روغن زیتون و کانولا در دماهای مختلف اثری بر شاخص قرمزی نداشت. ناگت‌های سرخ شده در روغن آفتابگردان کمترین مقدار شاخص زردی را در مقایسه با روغن‌های دیگر نشان

میزان روشنایی ناگت‌های سرخ شده در روغن‌های آفتابگردان، کانولا و کنجد در دمای 190 درجه سانتی‌گراد نسبت به دماهای 150 و 170 کمتر بود، در حالیکه میزان روشنایی ناگت‌های سرخ شده در روغن زیتون میان دماهای مختلف سرخ کردن تفاوتی نشان نداد. سرخ کردن مقدماتی ناگت‌های ماهی در روغن‌های کنجد و

مطالعه از مینس ماهی مخلوط شده با مواد افزودنی و طعم‌دهنده برای تولید ناگت ماهی استفاده شد و در اثر افزودن این ترکیبات، طعم و بوی ماهی به میزان زیادی نامحسوس شد.

جدول 4- جدول آنالیز واریانس مقدار پروتئین ناگت‌های ماهی کپور نقره‌ای سرخ شده در روغن‌ها و دماهای مختلف

Sig	X <sup>2</sup>	ارزیابی حسی	درجه آزادی
0/6528 <sup>ns</sup>	8/678	رنگ	11
0/976 <sup>ns</sup>	3/770	طعم	11
0/845 <sup>ns</sup>	6/405	بو	11
0/731 <sup>ns</sup>	7/807	احساس چربی در دهان	11
0/983 <sup>ns</sup>	3/459	بافت	11
0/882 <sup>ns</sup>	5/873	آبدار بودن	11
0/983 <sup>ns</sup>	3/468	پذیرش کلی	11

### نتیجه‌گیری

یافته‌ها داد ناگت‌های سرخ شده مقدماتی در روغن آفتابگردان و کنجد، حاوی مقدار رطوبت، بازده محصول و شاخص رنگ قرمزی بالا و میزان جذب روغن و شاخص رنگ زردی کمتری نسبت به ناگت‌های سرخ شده در روغن‌های زیتون و کانولا بودند. از میان دماهای 150، 170 و 190 درجه سانتی‌گراد در سرخ کردن مقدماتی، دمای 170 درجه سانتی‌گراد اداری بالاترین مقدار رطوبت و بازده محصول، و مقدار متوسط شاخص رنگ روشنایی و قرمزی نسبت به دماهای 150 و 190 درجه سانتی‌گراد بود. دمای 150 درجه سانتی‌گراد میزان جذب روغن کمتری نسبت به دماهای 170 و 190 درجه سانتی‌گراد نشان داد. طبق نتایج حاصل از تحقیق حاضر، از نظر فاکتورهای فیزیکی و میزان جذب روغن ناگت‌های سرخ شده مقدماتی در روغن‌های آفتابگردان و کنجد موثرتر بودند. میان دماهای مختلف سرخ کردن مقدماتی، دمای 170 درجه سانتی‌گراد از نظر کلیه شاخص‌های اندازه‌گیری شده نتایج بهتری نسبت به دماهای 150 و 190 درجه سانتی‌گراد نشان داد.

دادند ( $P<0/05$ ). ناگت‌های سرخ شده در دمای 190 درجه سانتی‌گراد زردی بالاتری نسبت به ناگت‌های سرخ شده در دمای 150 درجه سانتی‌گراد نشان دادند ( $P<0/05$ ) در حالیکه اختلاف معنی‌داری میان ناگت‌های سرخ شده در دمای 170 در مقایسه با دماهای 150 و 190 درجه سانتی‌گراد مشاهده نشد ( $P>0/05$ ). چن و همکاران (2008) بیان کردند که روکش ناگت ماهی بعد از سرخ کردن نهایی، مقدار روشنایی بیشتر و قرمزی کمتری نشان داد. رنگ ظاهری ناگت‌ها به میزان کم به مواد داخلی و سطوح میانی روکش بستگی دارد و بیشتر متأثر از رنگ و دانه‌بندی آرد سوخاری مورد استفاده است.

### آنالیز حسی

طبق ارزیابی حسی انجام گرفته مقدار شاخص‌های حسی رنگ، طعم، بو، احساس چربی در دهان، بافت، آبدار بودن و پذیرش کلی میان تیمارها در روغن‌های مختلف و دماهای متفاوت سرخ کردن مقدماتی یکسان بودند و اختلاف معنی‌داری نشان ندادند (جدول 3) (داده‌ها نشان داده نشدند). اولویت انتخاب گروه پانل ناگت‌های سرخ شده در روغن زیتون و ترجیح آن‌ها دمای سرخ کردن مقدماتی 170 و 190 درجه سانتی‌گراد بود. نتایج تحقیقات زکی‌پور حیم‌آبادی (1390) نشان داد، که در بین شاخص‌های ارزیابی حسی، شاخص‌های بو، طعم و بافت در میان فینگرهای ماهی تولید شده از مینس و سوریمی اختلافی وجود ندارد و فقط در شاخص‌های رنگ و پذیرش کلی این اختلاف معنی‌دار است. مطالعات توکیور و همکاران (2006) بر ارزیابی حسی فینگرهای ماهی حاصل از مینس و سوریمی ماهی کپور آئینه‌ای، عدم وجود اختلاف معنی‌دار را در شاخص‌های رنگ، بو، طعم و پذیرش کلی میان فینگرهای ماهی حاصله گزارش کرد که با نتایج این تحقیق همخوانی داشت. تغییر بو در ماهی و محصولات تولید شده از ماهی، تا حدود یک هفته نگهداری در یخ قابل تشخیص نیست و در این حال بوی ماهی بسیار ملایم است. اما به تدریج بوی خاص ماهی که حاصل احیاء اکسیدتری متیل آمین به تری متیل آمین است ظاهر می‌شود که ظهور آن نشانه گذشت زمان و فعالیت باکتری‌های هوایی اختیاری است (رضوی‌شیرازی، 1385). در این

### منابع

اجاق، س.م.، کاظمی‌نیا، س.، جمشیدی، ا.، شعبان‌پور، ب. 1392. اثر دماهای مختلف سرخ کردن مقدماتی در روغن کانولا بر کیفیت و مقدار جذب روغن در قسمت‌های مختلف ناگت ماهی کپور نقره‌ای (*Hypophthalmichthys molitrix*). مجله بهره‌برداری و پرورش آبزیان، جلد دوم، شماره چهارم، 43-59.

جمشیدی، ا.، شعبان‌پور، ب.، رحمانی‌فرح، ک.، پیغمبری، س.ی.، رستم‌زاد، ه.، آذری‌به، م.، و بزرگر، ل. 1391. بررسی اثر صمغ‌های زانتان، آژینات و کربوکسی‌متیل‌سولاز و شرایط انجام‌دادنی بر کیفیت فینگر ماهی. نشریه پژوهش و نوآوری در علوم و صنایع غذایی. جلد 1، شماره 4، صفحه 295-306.

رضوی‌شیرازی، ح. 1385. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، اصول نگهداری و عمل آوری (1). انتشارات پارس نگار. 325 ص.

رضوی‌شیرازی، ح. 1380. تکنولوژی فرآورده‌های دریایی، علم فرآوری (2). انتشارات نقش مهر. 292 ص.

زکی‌پور‌حیم‌آبادی، ا.، الیاسی، ا.، سحری، م.ح.، و زارع، پ. 1390. اثرات سرخ کردن بر بیانگری‌های شیمیایی و اسیدهای چرب در فیش‌فینگرهای تولید شده از گوشت چرخ شده و سوریمی ماهی کپور معمولی (*Cyprinus carpio*). *فصلنامه علوم و صنایع غذایی*، دوره 8، شماره 9، ص 1-29.

AOAC. 1990. Official methods of analysis (14 th ed). Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA.

Candogan K, Kolsarici N .2003. The effects of carrageenan and pectin on some quality characteristics of low-fat beef frankfurters. *Journal of Meat Science*, 64:199-206.

Chen, Ch., Li, P., Hu, W., Lan, M., Chen, M., and Chen, H. 2008. Using HPMC to improve crust crispness in microwave-reheated battered mackerel nuggets: water barrier effect of HPMC. *Journal of Food Hydrocolloids*, 22: 1334-1344.

Dana, D., and Saguy, S. 2006. Review: Mechanism of oil uptake during deep-fat frying and the surfactant effect-theory and myth. *Journal of Advances in Colloid and Interface Science*. 128-130: 267-272.

Das, A.K., Anjaneyulu, A.S.R., Gadekar, Y.P., Singh, R.P., and Pragati, H. 2008. Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-life of goat meat nuggets in frozen storage. *Journal of Meat Science*. 80: 607-614.

Das, R., Pawar, D. P., & Modi, V. K. (2013). Quality characteristics of battered and fried chicken: comparison of pressure frying and conventional frying. *Journal of food science and technology*, 50(2), 284-292.

Dogan, S. F., Sahin, S., & Sumnu, G. (2005). Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food Engineering*, 71(1), 127-132.

Demirci, Z. O., Yilmaz, I., & Demirci, A. S. (2014). Effects of xanthan, guar, carrageenan and locust bean gum addition on physical, chemical and sensory properties of meatballs. *Journal of food science and technology*, 51(5), 936-942.

Dogan, S.F., Sahin, S., and Sumnu, G. 2005. Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food Engineering*. 71: 127-132.

Fernandez-Lopez, J., Jimenez, S., Sayas-Barbera, E., Sendra, E., and Perez-Alvarez, J. A. 2006. Quality characteristics of ostrich (*Struthio camelus*) burgers. *Meat Science*. 73(2): 295-303.

Fiszman, S.M., and Salvador, A. 2003. Recent development in coating batters. *Journal of Food Science and Technology*, 14: 399-407.

Francisco, J., Sanchez-Muniz., Jesus, M.V. and Rafaela, M. 1992. Deep-frying of sardines in different culinary fats. Changes in the fatty acid composition of Sardines and frying fats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40: 2252-2256.

Gibis, M., Schuh, V., and Weiss, J. 2015. Effects of carboxymethyl cellulose (CMC) and microcrystalline cellulose (MCC) as fat replacers on the microstructure and sensory characteristics of fried beef patties. *Journal of Food Hydrocolloids*. 45: 236-246.

Guillaumin, R. 1998. Kinetics of fat penetration in food. In G. Varela, A. E. Bender, & I. D. Morton (Eds.), *Frying of food: Principles, changes, new approaches* (pp. 82-89). Chichester: *Ellis Horwood Ltd*.

Haghshenas, M., Hosseini, H., Nayebzadeh, K., Kakesh, B. S., Mahmoudzadeh, M., & Fonood, R. K. (2015). Effect of beta glucan and carboxymethyl cellulose on lipid oxidation and fatty acid composition of pre-cooked shrimp nugget during storage. *LWT-Food Science and Technology*, 62(2), 1192-1197.

Jamshidi, A., and Shabaniour, B. 2014. The effect of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) added pre-dust and batter of Talang queenfish (*Scomberoides commersonnianus*) nuggets on the quality and reduction of oil uptake. *Minerva Biotechnologica Journal*, 26: 57-64.

Kita, A., Lisinska, G., and Golubowska. G. 2007. The effects of oils and frying temperatures on the texture and fat content of potato crisps. *Journal of Food Chemistry*. 102: 1-5.

Krokida, M. K., Oreopoulou, V. and Maroulis, Z. B. 2000. Water loss and oil uptake as a function of frying time. *Journal of Food Engineering* 44: 39-46.

Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Journal of Trends in Food Science and Technology*. 14: 364-373.

Moradi, Y., Bakar, J., Syed Muhamad, S.H., and Che Man, Y. 2009a. Moisture, fat content and fatty acid composition in breaded and non-breaded deep-fried black pomfret (*Parastromateus niger*) fillets. *International Food Research Journal*. 16: 225-231.

Moradi, Y., Bakar, J., Syed Muhamad, S.H., and Che Man, Y. 2009b. Effects of different final cooking methods on physic-chemical properties of breaded fish fillets. *American Journal of Food Technology*. 4 (4): 136-145.

Miranda, J.M., Martinez, B., Perez, B., Anton, X., Vazquez, B.I., Fente, C.A., Franco, C.M., Rodriguez, J.L., and Cepeda, A. 2010. The effects of industrial pre-frying and domestic cooking methods on the nutritional compositions and fatty acid profiles of two different frozen breaded foods. *Journal of LWT-Food Science and Technology*, 43:

1271-1276.

Modi, V.K., Sachindra, N.M., Nagegowda, P. Mehendrakar, N.S., and Rao, D.N. 2007. Quality changes during the storage of dehydrated chicken kebab mix. *International Journal of Food Science and technology*. 42: 827-835.

Nasiri, F. D., Mohebbi, M., Yazdi, F. T., & Khodaparast, M. H. H. (2012). Effects of soy and corn flour addition on batter rheology and quality of deep fat-fried shrimp nuggets. *Food and Bioprocess Technology*, 5(4), 1238-1245.

Roth D.M, McKeith F.K, Brewer M.S. 1997. Processing parameter effects on textural characteristics of reduced-fat pork sausage. *Journal of Food Quality*, 20: 567– 574.

Salimi, A., Maghsoudlou, Y., Jafari, S. M., Mahoonak, A. S., Kashaninejad, M., & Ziaifar, A. M. (2015). Preparation of lycopene emulsions by whey protein concentrate and maltodextrin and optimization by response surface methodology. *Journal of Dispersion Science and Technology*, 36(2), 274-283.

Tokur, B., Ozkutuk, S., Atici, E., Ozyurt, G., and Ozyurt, C. 2006. Chemical and sensory quality changes of fish fingers, made from mirror carp (*Cyprinus carpio*) (Linnaeus, 1758), during frozen storage (-18°C). *Journal of Food Chemistry*, 99: 335-341.

Varela, P., and Fiszman, S.M. 2011. Review: Hydrocolloids in fried food. *Journal of Food Hyrocolloids*. 25: 1801-1812.

Venugopal, V. 2006. Seafood Processing. CRC Press. 485 Page.

Ziaifar, A.M., Achir, N., Courtois, F., Trezzani, I., & Trystram, G. 2008. Review of Mechanisms, Conditions, and Factors involved in the Oil Uptake Phenomenon during the Deep-Fat Frying Process. *International Journal of Food Science & Technology*. 43: 1410-1423.

## Study on the changes of approximate composition and physical parameters of nugget of silver carp (*Hypophthalmichthys molitrix*) during the initial frying in several vegetable oils at different temperature levels

S. M. Ojagh<sup>1\*</sup>, B. Shabaniour<sup>2</sup>, A. Jamshidi<sup>3</sup>, A. Siyamiyan<sup>3</sup>

Received: 2016.11.09

Accepted: 2017.04.15

**Introduction:** Value added products are defined as a set of products that are made up of the primary food with the help of different types of human or mechanical processing, and vary in appearance, texture, flavor and odor with their primary substance. One examples of value added products is battered and breaded products. Nuggets are products which are made of mixing mince or surimi with flavored and additive ingredients. The mixture is prepared after battering and being coated with toasted flour. It is then primary fried in oil and after freezing, packaged and stored. Therefore, the consumer only uses the final baking step, which usually involves frying in oil, consuming the product after thawing. Deep fat frying is a common cooking method in which fat is used as a heat transfer medium, during which foods with unique characteristics are produced in terms of taste, texture and appearance. During the frying process, along with shifting and moving the temperature, transferring and moving the material happens. Usually, with increasing frying time, the amount of oil absorption increases, but there is no linear relationship between. The amount of oil absorption depends on several factors such as oil quality, frying time, oil and food temperature, food form, porosity and chemical composition, especially the initial moisture content of the product. In general, fried foods at temperatures between 175 and 190°C have good brittle properties. Temperatures above 175°C may be associated with acrylamide formation, which is a carcinogenic substance. Therefore, the purpose of this study was to investigate the effect of frying medium (different vegetable oils) and temperature on the variations in the approximate composition and physical parameters of the fried silver carp nugget.

**Materials and methods:** In order to produce fish nuggets, 87% of minis were mixed with additive and flavoring ingredients, 5% breadcrumbs, 5% onions, 1% garlic, 1.5% salt and 0.5% spices. The mixture was shaped into round shapes and immersed in the glaze with a specific formulation and after dripping the extra glaze was covered with toasted flour. Then, nuggets were prepared using sunflower, olive, canola and sesame oil for 30 seconds at temperatures of 150, 170 and 190 degrees of celsius preheated by frying deep frying and after cooling to room temperature was packed in zipper bags and was frozen at -20°C. After a day, the nuggets were removed from the freezer and after de-damping at ambient temperature, chemical (including approximate analysis, pH measurements, water holding capacity) and physical tests (including viscosity, yield of product, shrinkage, Colorimetric and sensory analysis) were performed on fish nuggets. For physical tests and sensory analysis, nuggets were deep fried in sunflower oil for 3 minutes at 180°C.

**Results & Discussion:** The findings showed that fried nugget in sunflower oil and sesame oil contained moisture content, yield and high red color index, and oil absorption and yellowness index were less than fried nugget in olive oil and canola. From the temperatures of 150, 170 and 190°C in the primary frying, the temperature of 170°C had the highest moisture content and yield, and the average value of the brightness and redness index was 150 and 190°C. The temperature of 150°C showed lower oil absorption than 170°C and 190°C. According to the sensory evaluation, the sensory indexes of color, taste, smell, fat sensation in the mouth, texture, juiciness and general acceptance of the treatments in different oils and different temperatures of the initial frying were the same and did not show any significant difference. The priority was to select the panel of

1, 2 and 3. Associate Professor, Professor and PhD student, Department of Seafood Science and Technology, Faculty of Fisheries and Environmental Science, Gorgan University of Agricultural Sciences and Natural Resources, Gorgan, Iran.

(\* Corresponding author's email: mahdi\_ojagh@yahoo.com)

fried nugget panels in olive oil and prefer the initial frying temperature of 170 and 190°C. According to the results of this study, in terms of physical factors and the rate of absorption, fried nuggets in sunflower and sesame oil were more effective. Between the different temperatures of the initial frying, temperatures of 170°C for all of the measured indexes yielded better results than temperatures of 150 and 190°C.

**Key words:** Fish nugget, pre-frying temperatures, vegetable oils, different temperatures, physical factors